

Fluxos nas Carótidas e Artérias Vertebrais Extracranianas em Pacientes com Morte Cerebral

Artigo
Original

Extracranial Carotid and Vertebral Artery Flows in Brain Dead Patients

4

Jaqueline Luiza Würzler Barreto,¹ Bruno Moreira Silva,² Licínio Esmeraldo da Silva,³
Antonio Cláudio Lucas da Nóbrega,⁴ Tania Gouvêa Thomaz⁴

Resumo

Fundamentos: O Doppler transcraniano (DTC) é o método mais usado para a confirmação de morte cerebral (MC). O fluxo das carótidas também apresenta alteração característica na MC, mas essa caracterização é apenas superficialmente abordada na literatura.

Objetivo: Caracterizar o tipo de fluxo encontrado nas carótidas e artérias vertebrais (AV) em pacientes com MC, pelo ultrassom.

Métodos: As carótidas e as AV de dois grupos de pacientes, com morte cerebral (GMC) e grupo-controle (GC) foram avaliadas através do duplex scan colorido (DSC), ambos com 13 pacientes sem estenose hemodinamicamente significativa. Os parâmetros de velocidade de fluxo estudados foram: pico de velocidade sistólica, velocidade diastólica final e índice de resistência. A maioria dos dados apresentou distribuição não paramétrica e utilizaram-se os testes bicaudais de Mann-Whitney e Wilcoxon.

Resultados: Foram encontradas quatro morfologias de fluxo nos ramos internos (RI) das carótidas e das AV nos pacientes do GMC: espícula sistólica; fluxo com padrão bifásico do tipo "To-and-fro" e sua variante; fluxo oscilatório; e fluxo trifásico. Todas as morfologias encontradas foram semelhantes às descritas no DTC para pacientes com MC. A maioria dos pacientes do GMC apresentou fluxo normal nos ramos externos das carótidas. O fluxo na carótida comum (CC) variou de normal às morfologias descritas para os RI e AV. Todos os parâmetros de velocidades do GMC mostraram diferença estatisticamente significativa nos RI, AV e CC quando comparados com o GC, com $p < 0,05$.

Abstract

Background: Transcranial Doppler (TCD) is the most widely used method for confirming brain death (BD). Although carotid blood flow also presents a characteristic alteration in BD, this is addressed only superficially in the literature.

Objective: To characterize carotid and vertebral artery blood flow types in BD patients through ultrasound.

Methods: The carotid and vertebral arteries were assessed in 2 patient groups, one with BD (BDG) and a control group (CG) through the color duplex scanner (CDS). Both groups had 13 patients with no hemodynamically significant stenosis. The flow speed parameters studied were: peak systolic speed, end diastolic speed and the resistance index. As most of the data presented non-parametric distribution, the Wilcoxon and Mann-Whitney U tests were used.

Results: Four flow morphologies were found in the inner branches of the carotid and vertebral arteries in the BDG patients: systolic spike, two-phase to-and-fro flow and its variant, oscillatory flow, and three-phase flow. All the morphologies found were similar to those described by the TCD for BD patients. Blood flow in the common carotid varied from normal to the morphologies described for the inner branches of the carotid, vertebral and common carotid arteries. All the BDG velocity parameters presented statistically significant differences from the control group for the inner branches of the carotid, vertebral and common carotid arteries when compared to the CG, with $p < 0.05$.

¹ Hospital Pró-Cardíaco - Setor de Ecocardiografia e Unidade Coronariana - Rio de Janeiro (RJ), Brasil

² Programa de Doutorado - Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) em parceria com LACE - UFF - Rio de Janeiro (RJ), Brasil

³ Departamento de Estatística - Universidade Federal Fluminense (UFF) - Niterói (RJ), Brasil

⁴ Departamento de Fisiologia e Farmacologia - Universidade Federal Fluminense (UFF) - Niterói (RJ), Brasil

Correspondência: jlwbbarreto@yahoo.com.br

Jaqueline Luiza Würzler Barreto | Hospital Pró-Cardíaco - Setor de Ecocardiografia | Rua General Polidoro, 192 - Botafogo - Rio de Janeiro (RJ), Brasil | CEP 22280-003

Recebido em: 14/02/2010 | Aceito em: 26/02/2010

Conclusão: O DSC é um método promissor para o diagnóstico de MC.

Palavras-chave: Fluxo, Carótidas, Artérias vertebrais, Morte cerebral, Ultrassom, Duplex scan colorido

Conclusion: The color duplex scanner is a promising method for brain death diagnoses.

Keywords: Flow, Carotid artery, Vertebral artery, Brain death, Ultrasound, Color duplex scanner

Introdução

No século XX, o progresso da medicina acompanhou de perto o desenvolvimento das demais ciências.¹ Entre os avanços notáveis da medicina, o cenário do transplante de órgãos situa-se entre os mais marcantes. Isso ocorreu como consequência dos avanços no manejo imunológico, nas técnicas cirúrgicas, nos cuidados intensivos e na introdução de drogas imunossupressoras mais modernas, além de soluções de preservação mais eficientes. Em aproximadamente três décadas, o transplante de órgãos evoluiu de um procedimento relativamente arriscado, realizado apenas em pacientes com doença renal grave, para uma intervenção terapêutica eficaz em pacientes com doenças terminais do coração, fígado e pulmão, oferecendo para esses pacientes a expectativa de uma nova vida.²

Devido a esse grande êxito, as indicações para transplantes de órgãos sólidos estão se tornando cada vez mais liberais, aceitando-se pacientes idosos ou com doenças sistêmicas associadas, levando a uma expansão no número de potenciais receptores.^{2,3} Portanto, o diagnóstico precoce da morte cerebral (MC) tornou-se uma questão fundamental dentro desse contexto e uma rápida identificação dos candidatos se faz necessária a fim de possibilitar o uso de órgãos para transplante, antes da falência múltipla dos órgãos, com danos irreversíveis.^{4,5}

Vários países adotaram critérios para que a identificação dos potenciais doadores fosse feita o mais eficientemente possível^{8,9} e o Doppler transcraniano (DTC) tem sido usado como padrão-ouro no diagnóstico de confirmação de MC.¹⁰

O primeiro trabalho que correlaciona alterações no fluxo sistólico e diastólico da carótida comum (CC) de pacientes com MC, reportando a dificuldade na obtenção do fluxo no ramo interno (RI) nesses pacientes, foi realizado em 1974.¹¹ Em 1990, Payen et al. compararam o volume de fluxo da CC de pacientes com MC e pacientes em coma (Glasgow <7), através de um transdutor bidimensional com Doppler pulsado de 8MHz. Eles observaram que havia uma importante redução do volume de fluxo nos pacientes com MC, criando assim um ponto de corte para o volume de fluxo, através do qual seria possível identificar os pacientes com MC.¹²

Baseados nesses dados, em 2007, este grupo de pesquisadores realizou uma análise nos fluxos dos vasos carotídeos e vertebrais extracerebrais através do duplex scan colorido das carótidas e artérias vertebrais (DSCCV) em pacientes com MC, comparando com um grupo-controle (GC) de indivíduos saudáveis. Observou-se que os índices de resistência (IR) eram significativamente diferentes nos RI e artérias vertebrais (AV) dos pacientes com MC.¹³

O padrão do fluxo no DTC para os pacientes com MC tem sido largamente documentado; no entanto, este exame não invasivo apresenta limitações técnicas quanto à sua utilização. Em contraste, o DSCCV é um exame amplamente aceito para uso rotineiro, mas sua utilização no diagnóstico da MC é pouco documentada na literatura.

O objetivo deste trabalho foi, portanto, caracterizar o tipo de fluxo encontrado nas carótidas e AV dos pacientes com MC através do DSCCV, comparando esses fluxos com aqueles dos pacientes do GC, que apresentam padrão normal.

Metodologia

Estudo prospectivo, apresentando análise observacional e transversal de dois grupos de pacientes: pacientes com morte cerebral (GMC) e pacientes do grupo-controle (GC). Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFF, em 2008.

O GMC compreendeu 13 pacientes com idade >18 anos, sem estenose carotídea ou estenose da luz do vaso <50%, com diagnóstico de MC, com dois exames clínicos realizados por neurologistas diferentes, com intervalo de seis horas entre eles, seguidos de um exame de DTC, que demonstrou a ausência de circulação intracraniana, conforme Resolução CFM nº 1480/97.¹⁴ Os pacientes incluídos neste estudo são oriundos da Central Estadual de Transplantes do Rio de Janeiro (CETRJ). Após a confirmação da MC foi realizado o exame de DSCCV. Foi solicitada à família ou ao responsável legal do paciente autorização para a realização do exame através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e esclarecido (TCLE).

O GC compreendeu 13 voluntários com idade >18 anos, sem estenose carotídea ou estenose da luz do

vaso <50%. Todos os indivíduos selecionados para participar do projeto foram esclarecidos quanto ao exame e assinaram o TCLE.

Protocolo

Os pacientes foram colocados em posição supina. Foi realizado o DSCCV através do aparelho de ultrassom de alta resolução da *SonoSite*, modelo *MicroMaxx*, com transdutor eletrônico HFL38 linear banda-larga de 13,0MHz a 6,0MHz. O exame avaliou as artérias CC, RI, ramo externo (RE) e AV, bilateralmente. Os vasos foram visualizados e analisados no corte transversal e longitudinal. Foi realizada a avaliação de possíveis placas de ateroma além da quantificação da estenose vascular, em porcentagem, através da seguinte equação matemática: $100 \times (D_T - d_L) \div D_T$, onde D_T é o diâmetro total do vaso e d_L é o diâmetro do lúmen do vaso no local da estenose.

Realizou-se o estudo dos fluxos dos vasos ao color Doppler. Os fluxos arteriais foram codificados em vermelho e obtidos com ângulo de correção de 60°. As medidas quantitativas de fluxo de cada vaso avaliado foram: pico de velocidade sistólica (PVS), velocidade diastólica final (VDF) e o IR. O PVS foi definido como o ponto mais alto de velocidade na sístole; a VDF como a menor velocidade encontrada no final da diástole antes da ascensão da próxima curva sistólica; e o IR como a subtração entre PVS e VDF, sendo o resultado dessa subtração dividido pela VDF.

Todos os exames de DSCCV em ambos os grupos estudados foram realizados pelo mesmo observador. Numa análise posterior realizou-se a correlação intraobservador e interobservador. Utilizou-se a correlação de Pearson através do programa *SPSS*

v.10.0. A correlação intraobservador mostrou $r=0,999$ com $p<0,001$ para o primeiro observador e $r=0,998$ com $p<0,001$ para o segundo observador. A correlação interobservador mostrou $r=0,998$ com $p<0,001$.

Análise dos dados

Utilizou-se o teste do qui-quadrado para os dados qualitativos. Os dados quantitativos foram testados quanto à sua normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados que apresentaram distribuição normal foram apresentados como média±desvio-padrão, e os dados sem normalidade foram apresentados como mediana±diferença interquartílica. Utilizou-se o teste de Mann-Whitney bicaudal para amostras independentes e o de Wilcoxon para amostras pareadas. Valor de $p<0,05$ foi considerado estatisticamente significativo. As análises foram realizadas nos programas *Statistica* (v.7.0, Tulsa, OK, EUA) e *SPSS* (versão 10.0).

Resultados

A média de idade (em anos) não diferiu entre os dois grupos (valores expressos em média±desvio-padrão), sendo no GC 45±12 anos e no GMC 43±15 anos ($p>0,05$). No GC, 8 voluntários eram do sexo feminino e 5 do sexo masculino; no GMC, 5 pacientes eram do sexo feminino e 8 do sexo masculino.

As características clínicas do GMC estão sumarizadas no Quadro 1.

Não houve dificuldade técnica para a insonação dos vasos pelo DSCCV. A janela acústica foi adequada com excelente visualização dos quatro vasos, bilateralmente, em 100% dos casos, nos dois grupos estudados.

Quadro 1
Características clínicas dos pacientes do GMC

Casos	Idade (anos)	Sexo	Diagnóstico	FC (bpm)	PAS (mmHg)	NOR
1 MSC	52	F	Aneurisma cerebral-> HSA	90	154x81	S
2 MAI	22	M	Hemangioma cerebral-> HSA	(...)	(...)	S
3 AIM	27	M	TCE	(...)	85x40	S
4 ISS	51	F	AVE hemorrágico	55	106x68	S
5 CMA	44	F	Aneurisma cerebral ->HSA	72	122x90	S
6 WER	24	M	PCR pós PAF cervical	144	90x60	S
7 MOC	78	M	Aneurisma cerebral ->HSA	76	83x40	N
8 JP	51	M	AVE hemorrágico	102	110x50	N
9 PFMC	40	M	AVE hemorrágico	51	139x40	S
10 PHBF	39	M	TCE	146	105x60	N
11 RMSDS	58	F	AVE hemorrágico	(...)	147x89	S
12 APN	36	M	TCE	(...)	150x70	N
13 ERC	42	F	AVE hemorrágico	(...)	110x70	S

HSA=hemorragia subaracnóideia; TCE=traumatismo cranioencefálico; AVE=acidente vascular encefálico; PCR=parada cardiocirculatória; PAF=projétil de arma de fogo; NOR=noradrenalina; FC=frequência cardíaca; PAS=pressão arterial sistêmica; (...)=dado desconhecido; F=feminino; M=masculino

Considerando a presença de aterosclerose ao longo dos vasos observou-se que 5 (38%) pacientes do GC apresentaram aterosclerose leve com estenose da luz do vaso variando entre 5-15%. Nenhum dos pacientes do GMC apresentou estenose carotídea.

Três (33,1%) pacientes do GMC apresentaram contraste espontâneo no RI, ao bidimensional.

Os exames mostraram variados padrões de fluxo para os quatro vasos estudados (RI, AV, CC e RE):

A. Padrão de fluxo em RI, AV, CC e RE

A.1. Padrão de fluxo em RI

Nos RI das carótidas dos pacientes do GMC o Doppler espectral evidenciou três tipos diferentes de morfologia: 1 (7,7%) paciente apresentou uma espícula sistólica isolada, com PSV baixo e ausência de fluxo diastólico (Figura 1A); 8 (61,5%) pacientes apresentaram fluxo com padrão bifásico. Destes, em 6 o fluxo sistólico era maior do que o diastólico, o PSV estava reduzido e havia dois componentes sistólicos: o primeiro com aceleração e desaceleração rápida, e o segundo com aspecto abaulado, alentecido; a diástole era negativa, semelhante a uma espícula ou "traço

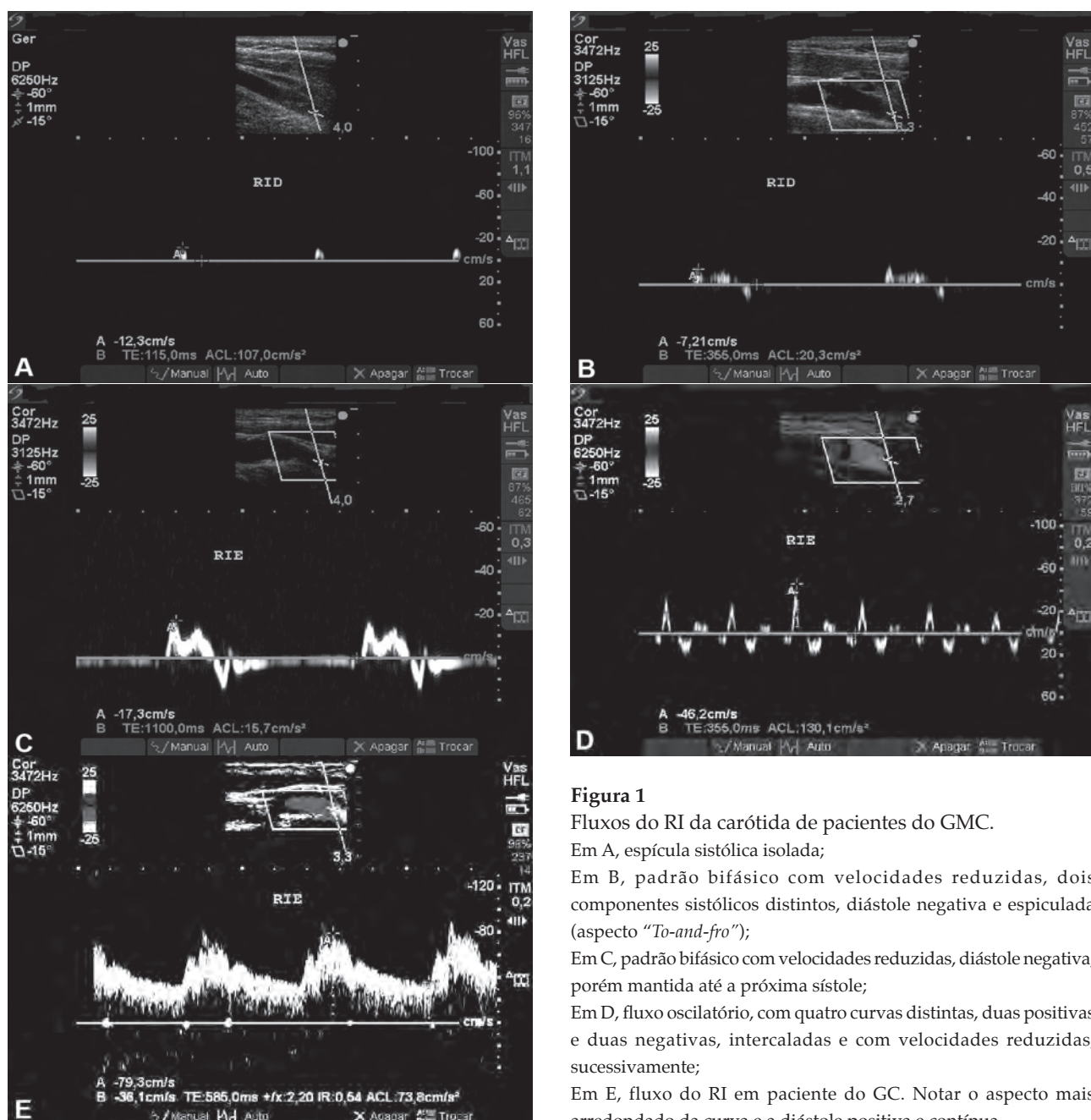


Figura 1

Fluxos do RI da carótida de pacientes do GMC.

Em A, espícula sistólica isolada;

Em B, padrão bifásico com velocidades reduzidas, dois componentes sistólicos distintos, diástole negativa e espiculada (aspecto "To-and-fro");

Em C, padrão bifásico com velocidades reduzidas, diástole negativa, porém mantida até a próxima sistole;

Em D, fluxo oscilatório, com quatro curvas distintas, duas positivas e duas negativas, intercaladas e com velocidades reduzidas, sucessivamente;

Em E, fluxo do RI em paciente do GC. Notar o aspecto mais arredondado da curva e a diástole positiva e contínua.

diastólico" (Figura 1B); nos outros 2 pacientes o fluxo diastólico negativo era mantido até a próxima sístole (Figura 1C). Quatro (30,8%) pacientes apresentaram fluxo oscilatório, com três ou quatro curvas distintas e consecutivas, sendo a primeira uma curva sistólica positiva, onde se observou apenas um componente sistólico com curva de aceleração e desaceleração rápidas, seguida de uma curva negativa de menor tamanho; a terceira curva positiva, seguida por uma última curva negativa, notando-se redução do tamanho das curvas sucessivamente (Figura 1D).

Essas características destoaram das encontradas nos pacientes do grupo-controle (Figura 1E), onde o PVS aconteceu mais tardiamente, a onda sistólica apresentou um aspecto mais arredondado e a velocidade de desaceleração da curva diastólica foi lenta, mantendo-se positiva durante toda a diástole.

A.2. Padrão de fluxo em AV

Nos pacientes do GMC o padrão de fluxo nas AV mostrou, além dos três tipos de morfologia de fluxo descritos para o RI, outro fluxo, com aspecto trifásico, semelhante a um fluxo arterial periférico (Figura 2).

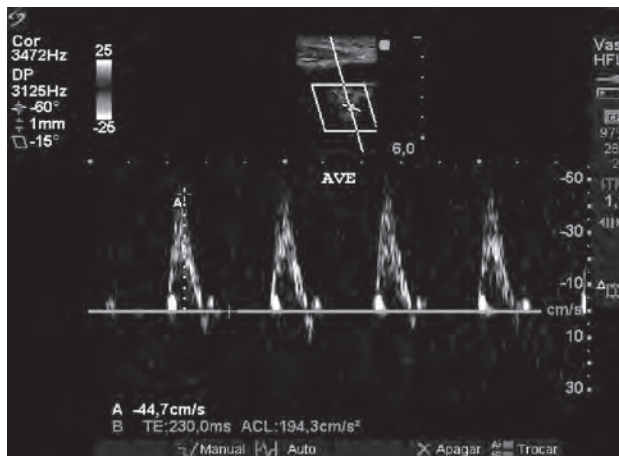


Figura 2
Fluxo da AV de paciente do GMC, com aspecto trifásico, semelhante a fluxo arterial periférico.

A.3. Padrão de fluxo em CC

Na CC, em 4 (30,8%) pacientes o Doppler espectral apresentou aspecto normal, semelhante ao Doppler na CC de indivíduos normais (Figura 3A). Três (23,1%) pacientes apresentaram fluxo variante do normal, com onda sistólica pontiaguda, apenas um componente sistólico, com aceleração e desaceleração rápidas, um componente diastólico negativo, assemelhando-se a uma espícula, seguida de onda positiva mantida no restante da diástole, com velocidade baixa (Figura 3B). Em 3 (23,1%) pacientes identificou-se o fluxo oscilatório já descrito anteriormente no RI (Figura 1D). Três (23,1%) pacientes apresentaram uma curva com aspecto trifásico, diferindo levemente do aspecto de

morfologia de fluxo arterial periférico por apresentar na sístole a primeira onda com dois componentes: o primeiro com aceleração e desaceleração rápidas, e o segundo com desaceleração também rápida; a velocidade na sístole bem maior do que na diástole, que foi composta por uma espícula seguida por onda positiva pequena (Figura 3C).

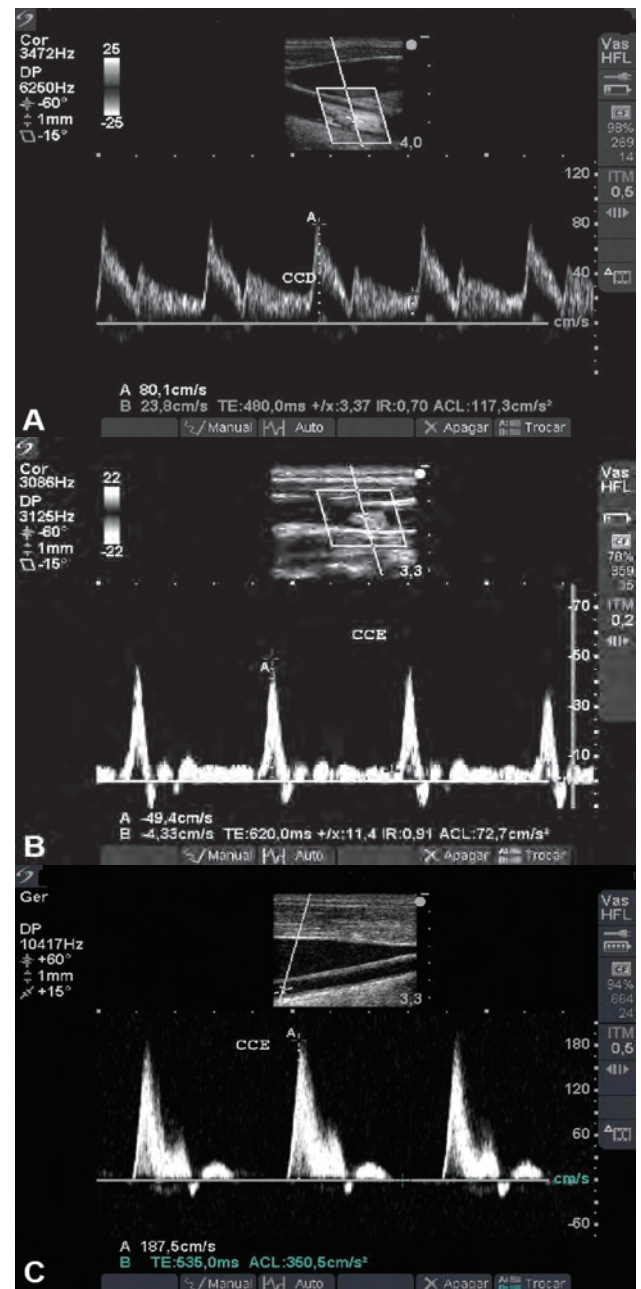


Figura 3
Fluxos da CC de pacientes do GMC.
Em A, fluxo com aspecto normal, assemelhando-se ao da CC de indivíduos do GC;
Em B, padrão intermediário de fluxo, com onda sistólica apiculada e diástole inicial negativa, curta, seguida de onda positiva e contínua, com velocidade reduzida;
Em C, fluxo com aspecto trifásico com dois componentes sistólicos.

A.4. Padrão de fluxo em RE

No RE a maioria dos pacientes do GMC (69,2%) apresentou fluxo com padrão normal para o vaso: sístole e diástole positivas, intercaladas por uma deflexão diastólica que não ultrapassou a linha de base; a onda sistólica era composta por duas fases; a diástole apresentou rampa de desaceleração lenta (Figura 4A), semelhante ao fluxo encontrado nos indivíduos do GC. Dois (15,4%) pacientes apresentaram fluxo oscilatório. Os outros dois pacientes apresentaram uma variação do padrão normal de fluxo para o vaso: um paciente (7,7%) com onda sistólica simples e apiculada (Figura 4B) e outro (7,7%) com desaceleração rápida na diástole (Figura 4C).

B. Avaliação do fluxo em RI, AV, CC e RE ao color Doppler

No GMC foi nítida a diferença da cor na CC e ramos. A cor ficou mais marcada no RE, geralmente mantida por todo o ciclo cardíaco. No RI a cor apresentou uma característica mais fugaz, sendo necessário reduzir os filtros de velocidade para melhor visualização dos fluxos. Essas características do RI foram notadas em ambos os RI e em ambas as AV.

C. Medidas das variáveis quantitativas de fluxo para RI, AV, CC e RE

Não houve diferença estatística entre as medidas das variáveis quantitativas de fluxo obtidas de cada vaso avaliado à direita (D) e à esquerda (E) intragrupo ($p > 0,05$). Os dados então foram agrupados, utilizando-se somente a média dos lados para se realizar as comparações. As variáveis quantitativas que foram avaliadas não apresentaram distribuição normal e, por isso, sua análise utilizou testes não paramétricos.

A Tabela 1 sumariza os resultados dos parâmetros de fluxo estudados nos quatro vasos analisados. A VDF dos RI e AV foi igual a zero em todos os pacientes do GMC. Ainda nos RI e AV os PVS foram mais baixos no GMC do que no GC e o IR foi igual a 1,0 em todos os pacientes do GMC. A CC apresentou velocidades mais baixas no GMC quando comparadas com as do GC, e o IR foi mais alto. Observou-se diferença estatística para todas as variáveis de fluxo nos RI, AV e CC. No RE as velocidades, tanto sistólicas quanto diastólicas, de ambos os grupos, assemelharam-se, não se observando diferença estatística entre os grupos. Considerando-se os IR do GC, observou-se que o RI e a AV apresentaram os menores IR deste grupo, seguidos pela CC e RE; ao passo que no GCM observou-se o inverso, sendo o maior IR visto no RI e na AV seguidos pela CC e RE.

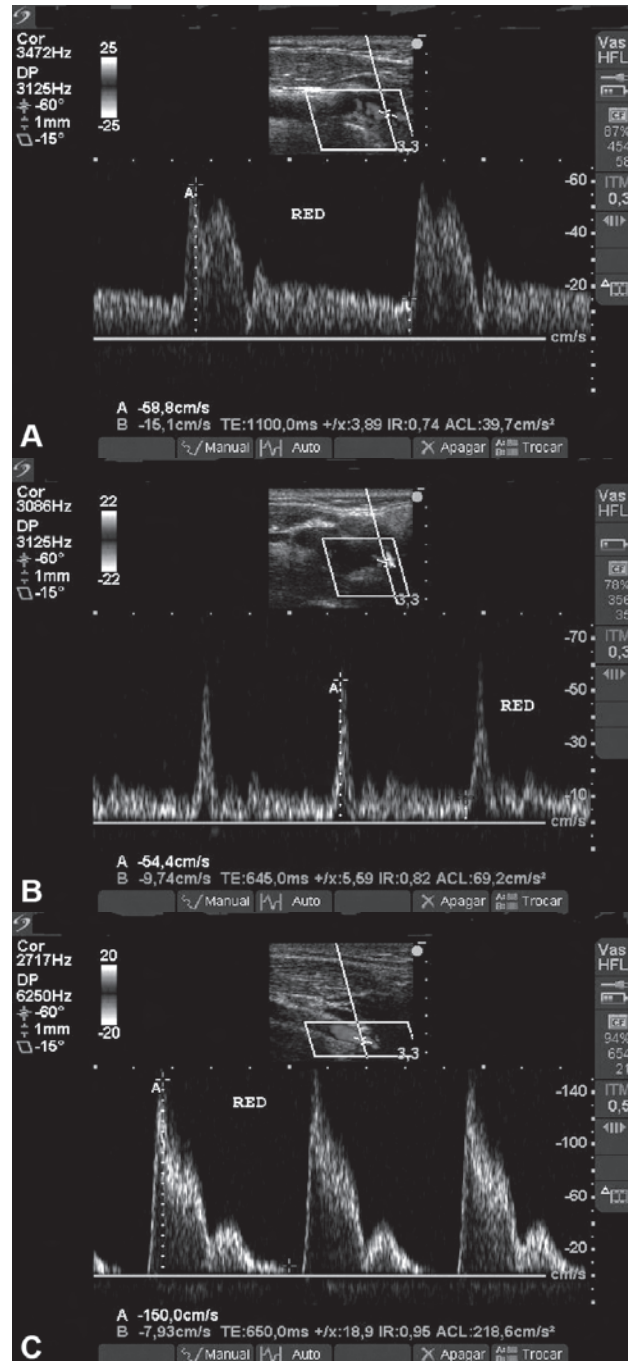


Figura 4

Fluxos do RE da carótida de pacientes do GMC.

Em A, aspecto normal, semelhante ao fluxo do RE de indivíduos do GC;

Em B, variante do normal, com onda sistólica simples e apiculada e diástole positiva com velocidade baixa;

Em C, diástole com desaceleração rápida.

Tabela 1
Variáveis de fluxo dos vasos avaliados

	Grupo-controle (n=13)	Grupo com morte cerebral (n=13)	Valor p
Ramo interno			
PVS	84,8 ± 18,5	14,5 ± 8,3	<0,001
VDF	35,4 ± 11,5	0,0 ± 0,0	<0,001
IR	0,57 ± 0,07	1,00 ± 0,00	<0,001
Artéria vertebral			
PVS	48,7 ± 16,0	30,1 ± 24,0	0,001
VDF	17,0 ± 2,9	0,0 ± 0,0	<0,001
IR	0,62 ± 0,10	1,00 ± 0,00	<0,001
Carótida comum			
PVS	93,4 ± 24,9	54,7 ± 49,4	0,029
VDF	21,0 ± 3,6	4,5 ± 10,1	0,001
IR	0,70 ± 0,08	0,89 ± 0,17	0,001
Ramo externo			
PVS	70,0 ± 23,7	53,9 ± 35,0	NS
VDF	11,9 ± 3,6	11,5 ± 5,3	NS
IR	0,82 ± 0,03	0,81 ± 0,07	NS

Resultados apresentados como mediana ± diferença interquartilica

PVS=pico de velocidade sistólica; VDF=velocidade diastólica final; IR=índice de resistência; NS=não significativo

Discussão

A idade de ambos os grupos estudados não apresentou diferença estatisticamente significativa, portanto a modificação fisiológica que se observa no padrão do fluxo nas artérias carótidas e vertebrais com o passar dos anos¹⁵ não se explica pela idade, tendo interferido da mesma forma nos dois grupos; e pelo fato dos fluxos das carótidas e das AV não serem influenciados pelo sexo¹⁶ foi possível utilizar uma amostra heterogênea quanto ao gênero.

Os diagnósticos clínicos dos pacientes do GMC estão relacionados com hipertensão intracraniana (HIC), conforme o Quadro 1. O princípio fundamental para o desenvolvimento de dano cerebral na HIC deve-se ao fato de a pressão de perfusão cerebral (PPC) cair a níveis drásticos, causando isquemia cerebral.⁶ Por definição, a PPC é resultado da diferença entre a pressão arterial (PA) sistêmica e a pressão intracraniana (PIC).¹⁷⁻²⁰ Quando se observa aumento da PIC e ela se iguala à pressão diastólica, a perfusão cerebral é feita somente na sístole. Quando a PIC ultrapassa a PA sistólica, a perfusão cerebral cessa.⁶ O fluxo de perfusão cerebral cai a níveis críticos quando a PA média declina além de 50mmHg.²¹

O que se observa na prática clínica em pacientes com hipotensão severa é que os fluxos carotídeos e vertebrais mantêm o mesmo padrão morfológico apenas com alguma redução nas velocidades.

Os primeiros a observarem que com o aumento acentuado da PIC na MC há ausência de fluxo nos RI foram Riishede e Ethelberg, em 1953, através da arteriografia cerebral.¹⁷ Esses achados angiográficos foram comparados com outros métodos diagnósticos menos invasivos, como a cintilografia cerebral com Tc99m²²⁻²⁸ e com o DTC.^{6,29}

Hassler, Steinmetz e Pirschel descreveram as alterações hemodinâmicas encontradas com a parada da circulação cerebral, correlacionando os diferentes momentos de HIC com o DTC e a angiografia cerebral. Estudaram 65 pacientes com MC e intensa HIC e observaram que com as modificações progressivas da morfologia do fluxo ao DTC, desde o fluxo oscilatório até a cessação total de fluxo, os níveis de contraste na angiografia variaram das regiões subaracnóideas mais distais até os vasos em níveis cervicais. Nos estágios precoces da falência circulatória os leitos capilares foram os primeiros vasos a se obstruírem e os vasos na base do crânio permaneceram patentes, com oclusão progressiva no sentido craniocaudal.²⁹

Ducrocq et al., em 1998, descreveram quatro fases nas análises espectrais ao DTC nos pacientes com MC. Na primeira fase, a morfologia da onda mostrava um aumento da pulsatilidade; nesse momento a VDF era igual a zero e o fluxo anterógrado persistia na sístole; a PIC era igual à PA diastólica. Numa segunda fase, a forma de onda mostrava padrão oscilatório ou bifásico tipo "To-and-fro", que correspondia ao momento em que cessava a perfusão cerebral e os fluxos anterógrado

e retrógrado eram semelhantes; a PIC era igual ou excedia a pressão sistólica sistêmica. Esses achados do fluxo correspondiam aos achados angiográficos de parada circulatória cerebral. Numa terceira fase, a análise espectral mostrava espículas sistólicas que estavam correlacionadas com redução do movimento do sangue (<200ms de duração) e com PVS baixo (<50cm/s); puderam detectar ainda fluxo reverso discretíssimo quando os filtros do ultrassom eram todos reduzidos para se avaliar melhor o movimento do sangue (50Hz). A quarta fase correspondia à ausência de sinal de fluxo, quando a PIC aumentava mais ainda e a obstrução do fluxo se tornava mais próxima aos vasos da base.⁶

Alguns estudos realizados para mostrar a sensibilidade e especificidade do DTC no diagnóstico de MC compararam o método em grupos de pacientes com *coma dépassé* que evoluíram para diagnóstico clínico de MC com os pacientes também em coma que não apresentavam essa clínica; constataram que os pacientes sem diagnóstico clínico de MC apresentavam fluxos normais nos vasos intracranianos.^{7,10}

Em condições de normalidade, o espectro da forma da onda obtida pelo Doppler da circulação intracraniana (artérias cerebrais anterior, média, posterior, basilar, porção terminal da carótida interna) é muito semelhante à obtida no RI e AV ao nível cervical, ambos exibem componentes do fluxo diastólico relativamente alto e uma maior concentração de fluxo na primeira metade do espectro do Doppler.³⁰

Yoneda et al. compararam os fluxos da CC de pacientes com MC com o fluxo da CC de indivíduos normais. Observaram a perda do segundo componente do fluxo sistólico, originando um pico sistólico simples; além disso, o fluxo assumiu aspecto trifásico, com fluxo diastólico proeminente, diferente do pequeno componente reverso que pode estar presente no fluxo das CC em indivíduos normais.¹¹

Nornes et al., em 1977, realizaram um estudo avaliando o fluxo sanguíneo pré-cerebral em pacientes com HIC e parada circulatória cerebral, compatível com MC, e com confirmação diagnóstica através da angiografia cerebral. Compararam o fluxo sanguíneo do RI ao nível da região submandibular, e das AV extracranianas distais, na região atlanto-occipital, em 11 pacientes com MC e em 15 indivíduos saudáveis. Utilizaram um fluxômetro com Doppler pulsado de 6MHz, cego. O fluxo no RI dos pacientes com MC apresentava intensa pulsatilidade, com fluxo anterógrado na sístole igual ao fluxo retrógrado na diástole.³¹

Kreutzer et al., em 1982, estudaram o fluxo da CC de oito pacientes com diagnóstico clínico de MC,

confirmado por EEG e cintilografia cerebral com Tc99m no período de até duas horas após o diagnóstico de MC, e compararam o fluxo com mais três grupos de indivíduos. O primeiro grupo era composto por 11 indivíduos saudáveis, sem doença carotídea; o segundo grupo por 11 indivíduos com oclusão do RI confirmada por angiografia, e o terceiro por 4 pacientes em coma, mas sem clínica de MC. O fluxo na CC dos pacientes em coma se assemelhou quanto à forma, ao do grupo de indivíduos saudáveis sem doença carotídea, apresentando apenas discreta redução nas velocidades. O fluxo na CC dos indivíduos com oclusão do RI, quando comparado com o de indivíduos saudáveis, mostrou uma notável redução nas velocidades, tanto no PVS quanto na VDF. O grupo de pacientes com MC apresentou também uma notável redução na amplitude das ondas da CC, contudo, as ondas, tanto em sístole como em diástole, apresentaram-se mais estreitas e pontiagudas do que nos pacientes com oclusão do RI e do grupo sem doença carotídea.³²

Ahmann et al., em 1987, também estudaram o fluxo das CC em 32 crianças com diagnóstico clínico de MC, confirmado por cintilografia com Tc99m. As crianças apresentavam idade ≥ 4 meses. Eles descreveram um fluxo sistólico pontiagudo, seguido de deflexão negativa diastólica inicial rápida, com restante da diástole positiva. Esse fluxo variou até um padrão oscilatório.³³

De um modo em geral, o enfoque dos trabalhos anteriores^{11,31-33} referiu-se ao padrão do fluxo encontrado nas CC dos pacientes com MC. O que se pôde observar, pelo fato dos RI e AV serem os vasos responsáveis pela irrigação do sistema anterior e posterior do cérebro, é que eles, RI e AV, são os primeiros vasos extracranianos a apresentarem padrão de fluxo característico de MC, provavelmente devido ao fato de a oclusão vascular cerebral ter sentido craniocaudal. As modificações na CC e até no RE ficam associadas aos efeitos secundários da lesão ajusante.

ODTC foi eleito o método de escolha para a confirmação de MC pela Federação Mundial de Neurologia em 1998, passando então a ser utilizado na maioria dos países como padrão-ouro.¹⁰ É um exame realizado à beira do leito, apresenta excelente correlação com diagnóstico clínico de MC, com alta sensibilidade e especificidade; contudo, algumas limitações estão relacionadas ao seu uso. Poucos profissionais estão capacitados para a realização desse exame e poucos serviços dispõem do equipamento necessário para seu uso, com isso o treinamento e a reprodutibilidade do exame passam a ficar prejudicados, estando o diagnóstico restrito a alguns profissionais. A janela acústica para a insonação dos vasos intracranianos é inadequada em

cerca de 10-15% dos casos. A presença de extensas craniotomias dificulta a avaliação e visualização de todos os vasos. Como primeira observação, a ausência de sinal dificulta a análise da informação e prejudica o diagnóstico, ficando a dúvida quanto à janela acústica inadequada *versus* ausência de fluxo.

Este estudo agregou as informações das imagens ao bidimensional e a acurácia do color às análises dos fluxos carotídeos e vertebrais. A visualização dos vasos é importante para a constatação da patência dos vasos e para se fazer a distinção entre os ramos, uma vez que há uma inversão dos IR dos fluxos, entre os ramos.¹³

Especificamente no estado do Rio de Janeiro, a confirmação do diagnóstico fica centralizada à CETRJ e, em algumas situações, isso pode acarretar em um tempo maior da suspeita à confirmação diagnóstica.

O DSCCAV consegue superar as dificuldades técnicas do DTC. É um exame também realizado à beira do leito, de fácil execução, reprodutível, realizado por uma grande quantidade de profissionais. Os vasos insonados no pescoço geralmente apresentam boa janela acústica. Seu custo é reduzido e não agrega dano ou prejuízo nem para o paciente nem para o doador, visto não ser invasivo. O aparelho geralmente está disponível em vários serviços, o que facilitaria avaliações repetidas dos vasos, uma vez que a HIC vai modificando gradativamente os fluxos intracerebrais e sequencialmente os fluxos dos RI e AV extracerebrais.

Não se sabe ao certo quanto tempo decorre do momento em que as lesões isquêmicas cerebrais se tornam irreversíveis até serem sentidas no fluxo dos vasos ao nível do pescoço, mas neste estudo, os pacientes foram avaliados em um tempo muito próximo ao do DTC e as alterações notadas nos vasos do pescoço já se assemelhavam às alterações dos vasos intracerebrais avaliados pelo DTC, descritas como padrão de MC.

Um trabalho realizado junto às famílias de pacientes com MC mostrou que quando a família se prepara para a possibilidade de MC do seu familiar, a porcentagem de doações dos órgãos aumenta.³⁴ A observação da mudança gradativa dos fluxos carotídeos e vertebrais poderia funcionar como facilitador na dinâmica dos transplantes pela precocidade do diagnóstico, e por poder facilitar a preparação das famílias dos pacientes sobre a possibilidade de o paciente evoluir para MC.

Tanto a observação prática quanto a fisiologia levam a crer que as alterações observadas nos vasos extracranianos podem ser identificadoras de HIC. Fazem-se necessários estudos posteriores visando

à avaliação dos fluxos carotídeos e vertebrais com o DSCCV, juntamente com o DTC com o intuito de avaliar a sensibilidade e especificidade e possível validação do método para o diagnóstico de MC.

Limitações

Este trabalho apresenta algumas limitações. Os pacientes deste estudo são oriundos de diversos hospitais do Rio de Janeiro, através do CETRJ, em um período de 18 meses. Esta nos pareceu ser a melhor forma de abordar pacientes com suspeita de MC, visto ser obrigatória a notificação desses pacientes ao CETRJ; ainda assim, entende-se que o número de pacientes estudados é reduzido.

Os aparelhos de ultrassom dos hospitais em questão não estavam disponíveis para o uso de pesquisadores externos aos próprios serviços, o que gerou a necessidade da utilização de um único aparelho, portátil, fato este que minimizou diferenças de medidas ou qualidade de imagem que poderiam interferir na comparação dos resultados obtidos. Esse aparelho utilizado foi disponibilizado para a pesquisa apenas em alguns horários específicos. Não havia uma equipe de profissionais destinados à realização dos exames de DSCCV, por isso o exame foi realizado por um único profissional, limitando sobremaneira o número de observações.

A logística na detecção de pacientes em coma Glasgow <7, sem causa metabólica, nos vários hospitais do Rio de Janeiro, foi bastante limitante na formação de um grupo-controle mais adequado. Só se conseguiu captar pacientes através do CETRJ. Pelo fato do CETRJ só ser acionado e notificado para a confirmação diagnóstica de MC após a realização de dois exames neurológicos clínicos nos pacientes com suspeita de MC, neste grupo avaliado não se obteve pacientes em coma que não fosse por MC.

A dificuldade na incorporação do método do DSCCV na prática clínica pode estar relacionada às várias morfologias do fluxo das CC encontradas nos trabalhos que estudaram os pacientes com MC. A presença desses vários padrões, por si só, já acrescenta dificuldade ao diagnóstico. O assunto MC é muito delicado. Já que envolve a definição de morte e doação de órgãos, a comunidade médica se torna extremamente refratária a aceitar novos parâmetros ou métodos diagnósticos, exigindo mais estudos, com *n* maior, apesar de o cálculo amostral para esse tipo de exame ter se mostrado pequeno. Além disso, o consenso necessário para que se adote este método diagnóstico para a MC exige a mobilização

de grande número de instituições representativas, ultrapassando o embasamento técnico-científico somente.

Conclusão

Este estudo mostrou que existe um padrão característico de fluxo encontrado nas carótidas e AV extracranianas dos pacientes com MC, que compreendem basicamente quatro morfologias de onda. São elas: espícula sistólica, fluxo bifásico, fluxo com padrão trifásico e fluxo oscilatório, sempre presentes nos RI e AV.

O fluxo do RE nos pacientes do GMC se assemelhou ao dos indivíduos do GC, na maioria dos indivíduos. Alguns pacientes do GMC também apresentaram fluxo com padrão normal na CC. Os outros fluxos observados na CC e RE variaram entre uma dessas quatro morfologias de fluxo descritas para os RI e AV.

Os pacientes do GMC apresentaram IR igual a 1,0 nos RI e AV, fato esse relacionado à intensa HIC. Comparativamente aos pacientes do GC, houve uma inversão do vaso que apresentava maior IR; nos indivíduos normais o vaso de maior resistência foi o RE; nos pacientes do grupo de estudo, o maior IR foi observado nos RI e AV. Por essa modificação da resistividade dos vasos, no GMC, o fluxo no RE passou a ter aspecto de RI ao color Doppler, e os fluxos dos RI e AV de RE.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflitos de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O autor principal recebeu bolsa de Mestrado do CNPq.

Vinculação Acadêmica

Este trabalho representa parte da Dissertação de Mestrado em Ciências Cardiovasculares pela Universidade Federal Fluminense (UFF) da acadêmica Jaqueline Luiza Würzler Barreto.

Referências

1. Rezende JM. História da medicina. In: Rezende JM. Linguagem médica. 3a ed. Goiânia: Editora AB; 2004:18-25.
2. Garcia VD. A política de transplantes no Brasil. Rev AMRIGS. 2006;50(4):313-20.
3. Garcia VD, Abrahão MRC, Hoefelmann N. Procura de órgãos. In: Neumann J, Abbud Filho M, Garcia VD. Transplante de órgãos e tecidos. São Paulo: Sarvier; 1997:91-102.
4. Darby JM, Stein K, Grenvik A, Stuart SA. Approach to management of the heartbeating 'brain dead' organ donor. JAMA. 1989;261(15):2222-228.
5. Lopez-Navidad A, Domingo P, Caballero F. Organ shortage: viability of potential organ donors and possible loss depend on health care workers who are responsible for the organ procurement program. Transplantation Proceedings. 1997;29(8):3614-616.
6. Ducrocq X, Hassler W, Moritake K, Newell DW, von Reutern GM, Shiogai T, et al. Consensus opinion on diagnosis of cerebral circulatory arrest using Doppler-sonography: Task Force Group on cerebral death of the Neurosonology Research Group of the World Federation of Neurology. J Neurol Sci. 1998;159(2):145-50.
7. Dosemeci L, Dora B, Yilmaz M, Cengiz M, Balkan S, Ramazanoglu A. Utility of transcranial Doppler ultrasonography for confirmatory diagnosis of brain death: two sides of the coin. Transplantation. 2004;77(1):71-75.
8. Guidelines for the determination of death. Report of the medical consultants on the diagnosis of death to the President's Commission for the Study of Ethical Problems in Medicine and Biomedical and Behavioral Research. JAMA. 1981;246(19):2184-186.
9. Wijdicks EFM. Brain death worldwide. Accepted fact but no global consensus in diagnostic criteria. Neurology. 2002;58:20-25.
10. Azevedo E, Teixeira J, Neves, C, Vaz R. Transcranial Doppler and brain death. Transplantation Proceedings. 2000;32:2579-581.
11. Yoneda S, Nishimoto A, Nukada T, Kuriyama Y, Katsurada K. To-and-fro movement and external escape of carotid arterial blood in brain death cases. A Doppler ultrasonic study. Stroke. 1974;5(6):707-13.
12. Payen D, Lamer C, Pilorget A. Evaluation of pulsed Doppler common carotid blood flow as a non invasive technique. Anesthesiology. 1990;72:222-229.
13. Barreto JLW, Scissons RP, Salles-Cunha S. Extracranial carotid and vertebral artery ultrasonography: resistive indices for diagnosing cerebral brain death. J Vasc Ultrasound. 2007;31(1):23-26.
14. Conselho Federal de Medicina. Resolução CFM nº 1.480/97. Brasília; 1997.
15. Araújo WB. Princípios de hemodinâmica e dinâmica de fluidos. In: Pimentel P, Ristow AV, Araújo WB. Eco-Doppler das artérias carótidas e vertebrais: avaliação diagnóstica e correlação cirúrgica. Rio de Janeiro: Revinter;1993:21-30.
16. Schoning M, Hartig B. Age dependence of total cerebral blood flow volume from childhood to adulthood. J Cereb Blood Flow Metab. 1996;16:827-33.
17. Riishede J, Ethelberg S. Angiographic changes in sudden and severe herniation of brain stem through tentorial incisure; report of five cases. JAMA. 1953;70(3):399-409.
18. Langfitt TW, Kassell NF. Non-filling of cerebral vessels during angiography: correlation with intracranial pressure. Acta Neurochir. 1966;14(1):96-104.

Artigo Original

19. Cappelen Jr C, Hall KV. Electromagnetic blood flowmetry in clinical surgery. *Acta Chir.* 1967;Suppl 368:1-27.
20. Nornes H. The role of intracranial pressure in arrest if haemorrhage in patients with ruptured intracranial aneurysm. *J Neurosurg.* 1977;39:226-34.
21. Adams RD, Victor M, Ropper AH. Coma e distúrbios correlatos da consciência. In: Adams RD, Victor M, Ropper AH. *Neurologia.* 6ª ed. Chile: McGraw Hill; 1998:229-43.
22. Baldy-Moulinier M, Frerebeau P. Blood flow of the cerebral cortex in intracranial hypertension. *Scand J Clin Lab Invest.* 1968;Suppl 102:V:G.
23. Brock M, Schurmann K, Hadjidimos A. Cerebral blood flow and cerebral death. *Acta Neurochir.* 1969;20(2):195-209.
24. Goodman JM, Mishkin FS, Dyken M. Determination of brain death by isotope angiography. *JAMA.* 1969;209(12):1869-72.
25. Balslev-Jorgensen P, Heilbrun MP, Boysen G, Rosenklint A, Jorgensen EO. Cerebral perfusion pressure correlated with regional cerebral blood flow, EEG and aortocervical arteriography in patients with severe brain disorders progressing to brain death. *Eur Neurol.* 1972;8(1):207-12.
26. Braunstein P, Korein J, Kricheff I, Corey K, Chase N. A simple bedside evaluation for cerebral blood flow in the study of cerebral death: a prospective study on 34 deeply comatose patients. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med.* 1973;118(4):757-67.
27. Holzman BH, Curless RG, Sfakianakis GN, Ajmone-Marsan C, Montes J. Radionuclide cerebral perfusion scintigraphy in determination of brain death in children. *Neurology.* 1983;33:1027-1031.
28. Schwartz JA, Baxter J, Brill D, Burns R. Radionuclide cerebral imaging confirming brain death. *JAMA.* 1983;249(2):246-47.
29. Hassler W, Steinmetz H, Pirschel J. Transcranial Doppler study of intracranial circulatory arrest. *J Neurosurg.* 1989;71(2):195-201.
30. Fujioka K, Douville CM. Anatomy and freehand examination techniques. In: Newell DW, Aaslid R. *Transcranial Doppler.* New York: Raven; 1992:9-31.
31. Nornes H, Angelsen B, Lindegaard K-F. Precerebral arterial blood flow pattern in intracranial hypertension with cerebral blood flow arrest. *Acta Neurochir.* 1977;38:187-94.
32. Kreutzer EW, Rutherford RB, Lehman AW. Diagnosis of brain death by common carotid artery velocity waveform analysis. *Arch Neurol.* 1982;39:136-39.
33. Ahmann PA, Carrigan TA, Carlton D, Wylly B, Schwartz J. Brain death in children: characteristic common carotid arterial velocity patterns measured with pulsed Doppler ultrasound. *J Pediatr.* 1987;110:723-28.
34. Santos MJ, Massarollo MCKB. Processo de doação de órgãos: percepção de familiares de doadores de cadáveres. *Rev Latino-am Enfermagem.* 2005;13(3):382-87.